

《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测质量管理规范》丛书

QUALITY ASSURANCE AND QUALITY CONTROL
FOR SOIL MONITORING IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

陆地生态系统土壤观测 质量保证与质量控制

施建平 杨林章 等/编著

中国环境科学出版社

《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测质量管理规范》丛书
中国科学院创新方向性项目（KZCX2-YW-433）资助

陆地生态系统土壤观测 质量保证与质量控制

**Quality Assurance and Quality Control for Soil Monitoring
in Terrestrial Ecosystem**

施建平 杨林章 等 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

陆地生态系统土壤观测质量保证与质量控制/施建平, 杨林章等编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.8
(中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测质量管理规范丛书)

ISBN 978-7-5111-1026-8

I. ①陆… II. ①施…②杨… III. ①陆地—生态系统—土壤—观测—质量管理—中国 IV. ①S154.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 105660 号

责任编辑 张维平
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: gjbl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 8 月第 1 版
印 次 2012 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 26
字 数 580 千字
定 价 80.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测 质量管理规范》丛书

指导委员会

于贵瑞 孙晓敏 杨林章 王跃思 李凌浩 蔡庆华

编辑委员会

主 编 袁国富 吴冬秀 于秀波

编 委（按姓氏笔画排序）：

叶 麟 韦文珊 刘广仁 宋创业 宋 歌 张心昱

胡 波 施建平 徐耀阳 唐新斋 潘贤章

《陆地生态系统土壤观测质量保证与质量控制》

编委会

主 编 施建平 杨林章

副主编 潘贤章 宋 歌

编写人员（按姓氏笔画为序）

马军花 王华锋 付 昀 李志安 李玉强

刘海丰 郑立臣 陈安磊 宋长春 苏永中

汪金舫 高美荣 曹广明 章钢娅 解宪丽

序 言

中国生态系统研究网络 (CERN) 从 20 世纪 80 年代末开始筹建以来, 针对不同地域的典型生态系统开展了长期联网监测与研究, 揭示陆地和水域生态系统演变规律, 以及全球变化和人类活动对生态系统的影响和反馈。

建立科学合理的监测规范是 CERN 开展长期联网监测的一项基础性工作。为此先后出版了《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》丛书和《中国生态系统研究网络长期观测规范》丛书, 制定了生态系统长期监测指标, 规范了长期观测的场地及其设置方法, 统一了观测和分析方法。

本次出版的《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测质量管理规范》丛书则是针对 CERN 长期监测数据的质量控制和质量保证体系进行系统阐述。丛书分为 5 册, 其中包括陆地生态系统水分、土壤、大气、生物要素 4 册和水域生态系统 1 册。每册均涵盖 CERN 质量管理体系、数据产生过程质量保证与质量控制、数据审核与评估、质量管理相关制度等 4 个部分, 系统阐述了 CERN 数据从观测计划、数据生产、数据审核到数据检验全过程的质量保证要求和质量控制方法。

该丛书是对 CERN 多年生态系统监测和数据质量管理成果和经验的系统总结, 同时也借鉴了国际和国内相关的生态系统和环境长期监测质量控制方法。在此基础上形成了一套有特色的, 符合 CERN 长期监测特征的质量管理规范。

该丛书是由 CERN 水、土、气、生和水域 5 个学科分中心负责编写完成, 得到 CERN 综合中心、各生态站和 CERN 科学委员会的大力支持。作为 CERN 长期联网监测规范体系的重要组成部分, 该丛书将进一步完善 CERN 质量管理和数据质量体系, 并为我国相关领域长期联网监测的规范化管理提供有益的参考。



CERN 科学委员会主任

中国科学院院士

2012 年 7 月 25 日

前 言

土壤是陆地表面能生长植物的疏松表层,具有肥力、环境和健康 3 个方面的功能。土壤与决定生态系统特征的人类活动和 5 个成土因素(气候、母质、生物、地形、时间)相互作用,不断地进行着物质和能量的交换。土壤资源是人类生存和发展的极其重要的物质基础,随着人口—资源—环境之间矛盾的日趋尖锐,土壤演变及其调控问题日益受到关注。

中国生态系统研究网络(Chinese Ecosystem Research Network, CERN)以地面网络式观测和试验为主,对主要农田、森林、草地、荒漠、沼泽生态系统结构功能和重要生态学过程进行长期监测,研究气候变化和人类活动对不同生态系统土壤质量的影响。为了保证联网观测数据质量,国际上国家尺度的生态环境观测和研究网络,如美国国家环境保护局(EPA)自 20 世纪 70 年代成立以来,运用 QA/QC 理论于环境监测取得了较大进展。英国环境变化网络(ECN)和美国长期生态学研究计划(LTER)已经建立了相关生态系统土壤要素的数据质量控制的方法。为了保证土壤长期联网观测和研究的可靠性和可比性,自 1996 年以来,CERN 先后组织编写了《土壤理化分析与剖面描述》和《陆地生态系统土壤观测规范》,针对我国主要的生态系统类型,根据土壤长期观测的要求建立了观测规范,统一了分析方法。由于生态系统的复杂性,生态试验站技术力量差异,人员的变更和研究热点的改变,影响着土壤长期观测的数据质量。目前国内尚缺乏针对土壤长期观测质量管理方面的规范,本书通过分析国内外土壤长期管理质量管理的进展,引入质量管理体系,从过程管理着手,提出了土壤长期观测各关键过程的质量保证和质量控制措施,为进一步提高 CERN 长期观测数据质量打下基础。

《陆地生态系统土壤观测质量保证与质量控制》一书分为三个部分,首先,叙述陆地生态系统土壤长期监测质量管理的目标、任务和质量管理体系的建立;其次,详细描述了土壤长期观测采样地的设置和管理、采样、分析、样品保存等重要环节的质量保证与质量控制措施;最后,根据 CERN 十余年土壤长期观测数据质量控制的经验,

归纳总结数据管理、检验和质量评估方法，并制定了相关的数据规范。本书的附录提供了中国生态系统研究网络（CERN）野外台站长期观测样地代表性剖面的主要性状及土壤分类归属。全书以 ISO 与国家及部门标准、公认的通用方法或同类国际研究中推荐的质量控制方法为依据，保证了规范的可靠性和可比性。

本书在中国科学院知识创新工程重要方向性项目“长期生态监测数据质量控制与数据开发的方法和关键技术研究”（KZCX2-YW-433）的资助下完成。在撰写过程中得到中国科学院南京土壤研究所、沈阳应用生态研究所、地理与资源科学研究所、寒区旱区环境与工程研究所、亚热带农业生态研究所、成都山地灾害与环境研究所、华南植物园、植物研究所、西北高原生物研究所、版纳植物园、东北地理与农业生态研究所和生态环境中心的支持。另一方面，本书在 CERN 各生态试验站编写的《土壤监测质量管理手册》基础上编写而成，其中凝聚了诸多生态试验站专家的辛勤汗水。

本书由施建平、杨林章主编，全书共分十一章。第一章由杨林章、施建平编写，第二章由施建平、潘贤章编写；第三章由郑立臣、马军花、陈安磊、高美荣、苏永中、施建平、潘贤章编写（孙波、钦绳武审阅）；第四章由李志安、刘海丰、曹广明、李玉强、林丽、宋长春编写（汪思龙、李彦、潘庆民审阅）；第五章由王华锋、王效科编写；第六章由潘贤章、马军花、李玉强编写；第七章由潘贤章编写；第八章由宋歌、付昀、汪金舫、章钢娅、黄钺编写（张连弟审阅）；第九章和第十一章由施建平编写（胡良霖审阅）；第十章由施建平、宋歌编写（胡良霖审阅）。附录 1 由解宪丽、杜国华编写，附录 2 由施建平、杨林章编写。为了读者查询方便，在附录 3~附录 6 中引用了相关标准和文献。本书由施建平、杨林章负责审稿和定稿，施建平、潘贤章负责编辑和统稿。由于该书编写时间和编者水平所限，错误和疏漏之处，恳请读者指正。

编著者
2012 年 5 月

目 录

第一篇 质量管理体系

1 土壤长期观测质量管理的发展	3
1.1 土壤长期观测质量管理的目的和意义	3
1.2 国内外土壤长期观测质量管理的发展	4
参考文献	8
2 陆地生态系统土壤长期观测质量管理体系	11
2.1 土壤长期观测质量管理的目标	11
2.2 中国生态系统研究网络（CERN）土壤长期观测质量管理体系的组成	12
2.3 土壤长期观测质量管理的任务和内容	27
参考文献	30

第二篇 数据产生过程的质量保证

3 农田土壤长期采样地设置、管理和采样的质量保证	33
3.1 农田长期观测采样地设置的质量保证措施	33
3.2 农田长期观测采样地管理和质量保证	47
3.3 农田土壤长期观测样地的空间变异背景调查	63
3.4 农田土壤长期采样地的采样策略和质量保证	73
3.5 区域性土壤质量监测	87
参考文献	91
4 自然生态系统土壤长期采样地设置、管理和采样的质量保证	95
4.1 森林土壤长期观测采样地设置、管理和采样的质量保证	95
4.2 草地、沼泽生态系统长期观测采样地设置、管理和采样的质量保证	111
4.3 荒漠长期观测采样地设置、管理和采样的质量保证	125
参考文献	137

5 城市土壤长期采样地设置、管理和采样的质量保证与质量控制..... 140

5.1 城市土壤长期观测采样地的设置 140

5.2 城市土壤长期观测采样地管理和质量保证..... 142

5.3 城市土壤长期观测采样地的背景调查和空间变异分析..... 143

5.4 城市土壤长期观测采样规程 144

参考文献 146

6 土壤样品收发、前处理的质量保证与质量控制..... 147

6.1 土壤样品的运输和交接 147

6.2 样品收发、前处理人员的岗位职责 148

6.3 土壤样品的常规前处理 149

6.4 特殊土壤样品的处理 152

参考文献 152

7 土壤样品长期保存的质量管理 154

7.1 土壤样品长期保存的意义 154

7.2 土壤样品保存的类型 154

7.3 土壤样品保存条件 155

7.4 保存条件对土壤性质的影响 158

7.5 土壤样品长期保存的质量保证和质量控制..... 160

7.6 CERN 土壤分中心土壤样品保存实例..... 162

参考文献 166

8 分析实验过程的质量保证和质量控制 167

8.1 土壤分析实验室的质量管理和资质认定 167

8.2 分析实验室内部的质量控制 179

8.3 分析实验室外部的质量控制 263

8.4 分析方法的可比性 268

8.5 分析实验室档案管理 274

参考文献 276

第三篇 数据检验和质量评估

9 数据管理过程中的质量保证和质量控制 281

9.1 数据收集设计和质量保证 281

9.2 数据库建设的规范化 287

9.3 数据填报中的质量保证和质量控制 296

9.4 数据管理相关制度 301

参考文献 302

10 数据质量控制 304

10.1 数据质量控制指标和基本原则 304

10.2 数据的常规质量控制 305

10.3 基于统计的数据质量控制方法 309

10.4 基于数据挖掘和专家知识的数据检验方法 336

10.5 数据检验的质量保证——数据志 344

参考文献 347

11 数据质量评估 349

11.1 数据质量评估的重要性 349

11.2 数据质量评估指标 349

11.3 数据质量评估方法和流程 351

11.4 数据质量评估实例——1998—2003 年土壤观测数据的质量评估 353

参考文献 359

附 录

附录 1 中国生态系统研究网络（CERN）野外台站长期观测样地代表剖面的
主要性状及土壤分类归属 363

附录 2 背景信息规范化描述和代码 376

附录 3 土壤侵蚀分级 396

附录 4 标准筛孔对照表 398

附录 5 常用化学物质换算因数表 399

附录 6 化学分析常用法定计量单位表达式 400

第一篇

质量管理体系

1 土壤长期观测质量管理的发展¹

1.1 土壤长期观测质量管理的目的和意义

土壤是陆地表面能生长植物的疏松表层，具有肥力，即持续和全面提供植物生长所需的水、肥、气、热的能力。土壤与决定生态系统特征的人类活动和 5 个成土因素（气候、母质、生物、地形、时间）相互作用，不断地进行着物质和能量的交换。土壤资源是人类生存和发展的极其重要的物质基础。20 世纪 80 年代以来，国际上日益关注长期生态和环境观测的联网研究。在国家尺度上，美国 1980 年建立了长期生态学研究网络，1992 年英国建立了环境变化监测网络，1994 年加拿大建立了生态监测和评价网络。这些研究和监测网络针对不同区域的生态系统和环境进行全面的观测和试验研究，为区域资源利用和社会经济的可持续发展提供了数据、管理方法和政策。

1988 年中国科学院建立了中国生态系统研究网络（Chinese Ecosystem Research Network, CERN），CERN 以地面网络式观测和试验为主，对主要农田、森林、草地、荒漠、沼泽生态系统结构功能和重要生态学过程进行长期观测，研究气候变化和人类活动对不同生态系统土壤质量的影响。中国生态系统研究网络土壤长期观测的目标是探讨和揭示不同生态系统中土壤的时空演变规律，针对年以上至几十年时间尺度的变化，了解各生态站或区域性土壤变化的时空分布特征、变化规律及气候异常的程度，区分系统本身存在的随机波动和外界干扰引起的异常波动，探索土壤变量之间及其与其他物理因素之间的联系，研究造成土壤要素异常的原因，从而阐明人类活动和气候环境变化对土壤资源数量和质量长期变化的影响机制，为合理利用土壤资源，保障社会经济的可持续发展提高理论依据。

随着长期观测所获取数据的积累和使用，数据质量问题受到前所未有的关注。对于观测工作而言，数据必须真实准确地反映所观测的对象，否则，所有观测工作所付出的人力、财力将毫无意义。更严重的是，基于低质量数据的分析报告还会对科学研究和经济生产实践产生严重后果，因此数据质量被视为观测工作的生命。另外，长期观测是一项艰巨的、涉及多方面的系统工程，人员的变更、研究热点的改变都影响长期观测的数据质量。短期研究中数据的产生者即为数据的使用者，获取的数据用于研究者自圆其说。而长期观测数据为年复一年的周期性工作，由于长期观测数据的特殊性，决定了数据的生产者和使用者的分离，数据必须经过后人的检验。其次，随着技术进步，观测方法在不断更新，数据的

1 作者：杨林章、施建平。

可比性受到挑战；需要对不同方法进行比对研究，建立与国际相关质量控制手段接轨的标准操作规程。再次，如何在科研系统中引入质量管理体系，如何建立长期观测运行的质量管理制度仍然是需要探讨的内容。要进一步提高土壤长期观测的数据质量，无论从技术层面还是从管理制度都需要从顶层设计，制定质量管理目标和质量改进计划，建立系统的质量管理体系，研究和完善质量保证与质量控制方法。

1.2 国内外土壤长期观测质量管理的发展

1.2.1 质量管理的发展阶段

质量管理的发展大致经历了 3 个阶段。

(1) 质量检验阶段

20 世纪前，产品质量主要依靠操作者本人的技艺水平和经验来保证，属于“操作者的质量管理”。20 世纪初，以 F.W.泰勒 (F.W.Taylor) 为代表的科学管理理论的产生，促使产品的质量检验从加工制造中分离出来。随着企业生产规模的扩大和产品复杂程度的提高，产品有了技术标准，公差制度也日趋完善，各种检验工具和检验技术也随之发展，大多数企业开始设置检验部门，属于事后检验的质量管理方式。

(2) 统计质量控制阶段

1924 年，美国数理统计学家 W.A.休哈特 (W.A.Shewhart) 提出控制和预防缺陷的概念。他运用数理统计的原理提出在生产过程中控制产品质量的“ 6σ ”法，绘制出第一张控制图并建立了一套统计卡片。与此同时，美国贝尔研究所提出关于抽样检验的概念及其实施方案，成为运用数理统计理论解决质量问题的先驱，但当时并未被普遍接受。以数理统计理论为基础的统计质量控制的推广应用始自第二次世界大战。由于事后检验无法控制武器弹药的质量，美国国防部决定把数理统计法用于质量管理，并由标准协会制定有关数理统计方法应用于质量管理方面的规划，成立了专门委员会，并于 1941—1942 年先后公布一批美国战时的质量管理标准。

(3) 全面质量管理阶段

20 世纪 50 年代以来，随着生产力的迅速发展和科学技术的日新月异，人们对产品的质量从注重产品的一般性能发展为注重产品的耐用性、可靠性、安全性、维修性和经济性等。在生产技术和企业管理中要求运用系统的观点来研究质量问题。在管理理论上也有新的发展，突出重视人的因素，强调依靠企业全体人员的努力来保证质量。美国 A.V.费根堡姆 (A.V. Feigenbaum) 于 20 世纪 60 年代初提出全面质量管理的概念。他提出，全面质量管理是“为了能够在最经济的水平上、并考虑到充分满足顾客要求的条件下进行生产和提供服务，并把企业各部门在研制质量、维持质量和提高质量方面的活动构成为一体的一种有效体系”。全面质量管理主要就是“三全”的管理，“三全”指：①全面的质量，即不限于产品质量，而且包括服务质量和工作质量等在内的广义的质量；②全过程，即不限于生产过程，而且包括市场调研、产品开发设计、生产技术准备、制造、检验、销售、售后服务等质量环的全过程；③全员参加，即不限于领导和管理干部，而是全体工作人员都要参加，质量第一，人人有责。

质量管理发展的三个阶段不是孤立的、互相排斥的,前一个阶段为后一个阶段的基础,后一个阶段是前一个阶段的继承和发展。2000 版 ISO 9000 族标准提出质量管理 8 项原则包括:①以顾客为关注焦点;②领导作用;③全员参与;④过程方法;⑤管理的系统方法;⑥持续改进;⑦基于事实的决策方法;⑧与供方互利的关系。

1.2.2 国外生态环境观测质量管理

美国国家环境保护局(EPA)自 20 世纪 70 年代成立以来,运用 QA/QC 理论于环境监测取得较大进展。EPA 质量管理的参与者为 EPA 内部的工作人员及与 EPA 有关的外部工作人员。其质量管理的目标是:为保护人类健康和环境、合理利用资源而正确地决策;确保数据的类型和质量能够支持未来可能的环境项目和决策。EPA 的质量管理体系包括政策、组织\计划和项目三个层次的内容。

政策是指各种与质量保证有关的法律、规章、指导文件等,主要由美国国内的标准和国际标准等政策文件组成,是 EPA 质量管理体系的基础。标准叙述了对涉及环境数据及技术的环境项目质量管理系统的最低要求,并提供了质量管理体系中必需的原则与术语定义。以此国家标准为基础,各相关部门制定了一系列涉及环境数据技术的有关 QA/QC 法令、法规等。

组织/计划是指从事与环境监测工作相关的部门、团体、单位及同部门下的不同系统。组织层次的内容对环境监测数据获取中的计划和执行阶段进行详细的说明,共包括 5 个部分:质量管理文件,主要用于指导各个部门制定质量管理计划,其对质量管理计划的内容和格式都有详细的要求;年度评估报告和计划,主要用于指导编写年度工作评估报告和项目质量保证计划;系统评估,主要用于评估质量管理系统的有效期;培训和交流,用于提高质量管理管理人员素质,确保质量管理体系的有效运行;支持系统,保证质量管理体系正常运作的软、硬件资源,如计算机软、硬件。

项目是指具有不同目的,与收集环境数据有关的各类联邦、部门或地区的具体项目。在项目执行层次,在这个层次的所有文件用于指导环境监测数据收集中的计划制定、实施和评价工作,例如数据质量目标(DQO)、质量保证项目计划(QAPP)、标准操作过程(SOP)和质量评估(Assessment)。

EPA 质量管理具有两个任务:质量管理的执行和引导。

质量管理的执行任务包括 8 个部分:建立和管理质量系统,包括建立质量管理计划和年度质量保证计划和报告;确证为质量保证而制定的财政预算;检查质量保证计划文档的实施;跟踪和报告质量体系的运行;开发执行 QA/QC 的指南和过程步骤;管理支持质量管理工作的合约和相关文件;计划和引导技术方面和管理方面的评估;回顾和完成最终的质量文档报告。

质量管理的引导任务包括 3 个部分:回顾和评估环境数据收集设计的开发和准备;准备和发表质量管理信息;执行与质量管理相关的研究。

EPA QA/QC 的主要特点是监测工作法规化和标准化,建立了系统的质量管理体系,包括数据质量目标(DQO)、质量保证项目计划(QAPP)、标准操作规程(SOP)和质量评估(Assessment),其中的每一部分都涉及监测技术、信息技术和管理层面。例如数据质量目标(DQO)包含对数据的需求分析和对数据质量的要求;质量保证计划涵盖数据收集设

计、数据产生中的质量控制和数据评估三个阶段；标准操作规程涉及采样、分析和数据填报的各个环节；数据评估更是采用信息技术作为辅助手段，通过测量和改善数据特征来优化数据的价值。EPA 规定所有 EPA 内部的工作或由 EPA 资助的外部工作都必须遵守 EPA 认证的质量管理计划。

另一方面，质量管理同时依赖于数据管理规范化、数据标准和数据检验方法。美国长期生态学研究网络 LTER 建立了自己的信息系统管理 (IM) 工作组，在生态数据管理上出版了一系列的专著和规范，为实现全球的生态数据管理规范化和标准化提供了理论指导。LTER 的质量保证和质量控制主要以站点为基础，将数据管理的信息系统平台和元数据标准建设作为质量控制的重要环节，通过统一的 EML 元数据记录完整的数据产生背景信息，数据产生方法、数据校验过程等相关质量信息，对于检验后的数据设置质量控制标记。LTER 建立以元数据为基础的信息管理平台，实现不同站点不同学科数据的集成。

英国的环境变化监测网络 (ECN) 为了保证联网数据的可比性，设计了统一的观测指标和相关的观测规程。在质量控制方面，为了确保观测方法和数据处理方法的长期一致和站点间一致，制定了标准操作规程。标准操作规程包括数据产生过程中设备的初始校正处理、维护程序和检定程序，同时包括对数据获取中的偏差识别的质量控制标记。在质量保证方面，考虑到采样的变异和化学分析的误差，ECN 强调对测量的重复性。例如，对可再次测量的样品进行保存，设计可重复观测的植被样地，自动气象站和人工观测对比观测，以及通过独立专家对数据再次分析。在引入新仪器和新方法时，新老仪器或方法应并行运行以评估二者之间关系。

ECN 的质量保证体系分为台站和数据中心两级。台站是 ECN 数据获取和数据初步评估的执行人，野外观测过程中进行标准操作规程、质量控制和质量报告等质量保证活动。数据获取后，台站对数据质量进行初步评估，对问题数据进行重新采样。数据通过台站检查后报送至数据中心，数据中心对数据进行两阶段检验，第一阶段检验主要采用阈值检查、分类检查、一致性检查等数据有效性审核方法；第二阶段检验拟采用时间序列分析和关联检查等数据挖掘方法，最后将数据评估结果返回台站。通过台站和数据中心检查后的数据将进入数据库。使用数据完整性规则将数据输入数据库，并将关于数据产生过程中的质量信息，例如采样过程中的特殊事件、质量判据、数据的质控标记等输入元数据库。

1.2.3 国内生态环境观测质量管理

国内的气象、环保、地质等行业较早地引入了质量管理概念，制定了长期观测运行的管理制度。

新中国成立之初，随着气象事业的发展和气象台站的建设，相应地建立了气象观测工作业务管理体制和气象观测质量管理的制度规定。经过多年的发展，气象观测强调统一的观测项目、设备的自动化和培训系统完善。随着气象资料国际交换的进展，对气象观测的质量管理的要求越来越高。气象质量管理的目的是在一个可实施的最低成本水平上确保提供应用的资料符合各种要求（包括不确定度、分辨率、连续性、均一性、代表性、时限、格式等）。气象观测质量管理体系在整个气象观测系统的各方面连续运作，从站网规划和培训，仪器安装和气象站操作到资料传输和归档；还包括时间尺度从近实时制年度检查的反馈和后续供给。2010 年，中国气象局颁布了《地面气象观测资料质量控制》(QX/T 118—2010) 和